

PCT/JP99/02381

09/46235

21.05.99

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JP99/12381

REC'D 04 JUN 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 5月 8日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第126237号

出 願 人

Applicant (s):

ソニー株式会社

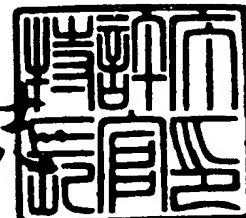
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 4月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴 佐 山 建 志



出証番号 出証特平11-3026262

【書類名】 特許願

【整理番号】 9800458802

【提出日】 平成10年 5月 8日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】 G01C 3/00

【発明の名称】 画像生成装置及び方法

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 芦ヶ原 隆之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 藤田 俊史

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086335

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像生成装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像対象物を撮像して画像データを生成し、それぞれが異なる位置に配された 2 以上の撮像手段と、

仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出する相関検出手段と、

上記相関検出手段により検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する距離画像生成手段と

を備えることを特徴とする画像生成装置。

【請求項 2】 上記相関検出手段は、上記エピポーラライン上に位置する複数の画素データからなる小領域の画像データ同士を比較して相関を検出することを特徴とする請求項 1 記載の画像生成装置。

【請求項 3】 上記各撮像手段により生成された各画像データに基づいて仮想位置から撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を生成する濃淡画像生成手段を備え、

上記濃淡画像生成手段は、上記各撮像手段により生成された画像データの輝度情報を用いて濃淡画像を生成すること

を特徴とする請求項 1 記載の画像生成装置。

【請求項 4】 上記仮想位置に配置された基準カメラを備え、

上記基準カメラは、撮像対象物の濃淡画像を生成し、

上記距離画像生成手段は、上記 2 以上の撮像手段により生成された画像データに基づいて上記基準カメラと撮像対象物との距離を示す距離画像を生成することを特徴とする請求項 1 記載の画像生成装置。

【請求項 5】 撮像対象物に所定領域のパターン光を照射する発光手段と、

上記基準カメラに入射される上記所定領域のパターン光を遮断するフィルタ手段を備え、

上記基準カメラは、撮像対象物の濃淡画像を生成し、

上記距離画像生成手段は、上記 2 以上の撮像手段が上記パターン光が照射された撮像対象物から反射する光を用いて生成した画像データに基づいて上記基準カメラと撮像対象物との距離を示す距離画像を生成すること

を特徴とする請求項 4 記載の画像生成装置。

【請求項 6】 上記基準カメラは、各撮像手段で撮像した画像と、上記仮想位置と撮像対象物との距離との関係を示す距離データを生成することに用いられること

を特徴とする請求項 4 記載の画像生成装置。

【請求項 7】 それぞれが異なる位置に配された 2 以上の固体撮像素子で撮像対象物を撮像して画像データを生成し、

仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出し、

検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成すること

を特徴とする画像生成方法。

【請求項 8】 上記エピポーラライン上に位置する複数の画素データからなる小領域の画像データ同士を比較して相関を検出すること

を特徴とする請求項 7 記載の画像生成方法。

【請求項 9】 上記各固体撮像素子により生成された各画像データの輝度パターンを用いて濃淡画像を生成すること

を特徴とする請求項 7 記載の画像生成方法。

【請求項 10】 上記 2 以上の固体撮像素子で撮像した各画像データ同士を比較して画像全体の相関を検出し、

画像全体の相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成すること

を特徴とする請求項 7 記載の画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ステレオ法を採用して距離画像及び濃淡画像を生成する画像生成装置及び方法に関し、特に、仮想位置とは異なる位置に配された2以上のカメラを用いて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像及び仮想位置から撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を生成する画像生成装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的にステレオ法と称されている手法を用いたものとしては、例えばカメラ装置から撮像対象物までの距離情報を生成する距離計測装置が知られている。この距離計測装置は、撮像対象物の表面の三次元座標位置すなわち三次元形状を計測するために、視点の異なる複数台のカメラ装置で同一の撮像対象物を同時に撮像した画像を用い、その画像間での各画素の対応点を求め、その視差によってカメラ装置から撮像対象物までの距離情報を得る。

【0003】

従来において、仮想的な位置・向きに配置したカメラ装置で距離情報からなる距離画像と輝度情報等からなる濃淡画像とを生成する代表的な第1の手法を説明する。距離画像及び濃淡画像を生成するときには、先ず、撮像対象物を複数のカメラ装置で撮像することにより三次元計測を行う。次に、撮像対象物の空間的な座標（形状）を求める。次に、その空間内にカメラ装置を仮想的に配設し、撮像対象物の空間的な座標（形状）を用いて仮想的に配設したカメラ装置で観察されるべき距離画像を生成するとともに、濃淡画像を生成する。

【0004】

つぎに、ステレオ法を採用して、一般的に撮像対象物についての距離画像を求める第2の手法について説明する。ここでは、説明の簡単のため、基準カメラと当該基準カメラと撮像対象物との距離を検出する検出カメラとを用い、対応点を求めて距離画像を生成する一例について説明する。

【0005】

まず、それぞれ異なる位置に配設された基準カメラ及び検出カメラで撮像対象物を撮像し、基準カメラにより得た画像データから所定領域を切り出し、当該切り出した所定領域の画像データを検出カメラの画像上で順次変移させる。このとき、検出カメラの内部パラメータや位置関係から求められるエピポーララインと称される直線上で所定領域の画像を変移させる。このように検出カメラの画像上で順次変移させることにより、基準カメラで撮像した所定領域の画像と、検出カメラで撮像した画像とを比較して一致度を求める。そして、最も一致度の高い変移位置における変移量を、切り出した所定領域の画像の中心画素における視差に設定する。そして、基準カメラの画像の各画素についてこれらの処理を繰り返すことにより、距離画像を生成する。

【0006】

すなわち、図10に示すように基準カメラと検出カメラとで撮像対象物を観察し、3次元画像中の点Pが基準カメラによって撮像点 n_b に観察され、検出カメラによって撮像点 n_d に観察されたことがわかれば、点Pの3次元位置を求めることができる。ここで、基準カメラの撮像点 n_b に対応する検出カメラの撮像点 n_d であることを判断するのは容易ではなく、これをステレオ視における対応点問題と呼んでいる。

【0007】

現在一般に行われている対応点を検索するときには、図10を参照して明らかに、撮像点 n_d が基準カメラ及び検出カメラの光学中心と基準カメラの撮像点 n_b で決定される平面と検出カメラの撮像面が交わる直線上に存在している。この直線は、エピポーララインと称される。そして、基準カメラと検出カメラの位置関係が既知であれば、基準カメラの各撮像点 n_b 毎に検出カメラの画像面上のエピポーララインを求めることができ、このエピポーラライン上で対応点の検索を行えばよいことになる。

【0008】

ここで、基準カメラにより撮像された画像上の撮像点 n_b の対応点を検出カメラで撮像した画像上で検出する一例について述べる。このとき、図11に示すよ

うに、基準カメラの撮像点 n_b 周辺の小領域 100 をテンプレートとして、検出カメラの画像のエピポーラライン上の数点で相関値を求める。ここでは、エピポーララインの分解能、すなわち距離の分解能は撮像点 n_{d1} ～ 撮像点 n_{d6} までの 6 点で、これら撮像点 n_{d1} ～ 撮像点 n_{d6} までは基準カメラからの距離に対応する距離番号 1 ～ 6 に相当する。そして、この距離番号 1 ～ 6 は、基準カメラから視線上距離に相当する。相関値は、 $I(x)$ を基準カメラで撮像した画像の輝度値とし、 $I'(x')$ を検出カメラで撮像した画像の輝度値とすると、以下の式 1 で算出される。

【0009】

【数 1】

$$\sum_{i \in V} |I(x+i) - I'(x'+i)| \quad \text{式 (1)}$$

【0010】

この式 1 によれば、相関値が大きくなるほど基準カメラで撮像した画像と検出カメラで撮像した画像との一致度が高く、相関値が小さいほど一致度は低くなる。そして、この一致度に対応したパラメータを評価値とし、当該評価値とエピポーラライン上の各撮像点 n_{d1} ～ 撮像点 n_{d6} との関係を図 12 に示す。

【0011】

この図 12 によれば、式 1 で算出される相関値に基づく評価値が最も低いところに対応する撮像点 n_b を対応点とし、この場合では距離番号が「3」となる。または、前述のように各撮像点 n_b から評価値が最低点に相当する距離を決定しても良いが、評価値が最低となるところの周辺の値から、サンプリングしたデータ間を補間して最低値を求める場合もある。このように基準カメラと検出カメラとから基準カメラが撮像した画像の距離を求めることにより、輝度情報を有する濃淡画像とともに距離画像を生成している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の仮想的な位置・向きに配置したカメラ装置で距離情報からなる

距離画像と輝度情報等からなる濃淡画像とを生成する第1の手法では、撮像対象物を3次元の画像に展開し、この3次元に展開することにより得た3次元画像を用いて距離画像を生成するので、多大な計算量を必要とする。また、この方法では、複数のカメラ装置で撮像した撮像対象物に対して3次元計測を行うときに仮想的なカメラ装置から観察することができる座標を全て撮像する必要があり、多くの視点から3次元計測を行わなければならない。さらに、この手法では、3次元画像を生成するときに各カメラ装置で撮像した画像を張り合わせる必要もある。

【0013】

また、図10～図12を参照して説明した第2の手法では、基準カメラで撮像した画像をテンプレートとして検出カメラで撮像した画像を変移させて検索することで距離画像を生成するので、基準カメラの存在が不可欠となる。

【0014】

そこで、本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されたものであり、基準カメラを用いなくて、検出カメラのみで本来基準カメラが配される位置から撮像対象物までの距離を示す距離画像及び基準カメラから撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を生成することができる画像生成装置及び方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決する本発明に係る画像生成装置は、撮像対象物を撮像して画像データを生成し、それぞれが異なる位置に配された2以上の撮像手段と、仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出する相関検出手段と、上記相関検出手段により検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する距離画像生成手段とを備えることを特徴とするものである。

【0016】

このような画像生成装置によれば、2以上の撮像手段で生成した画像データを用いて、相関検出手段で各撮像手段で生成した画像データを比較し、距離画像生成手段で仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する。

【0017】

本発明に係る画像生成方法は、それぞれが異なる位置に配された2以上の固体撮像素子で撮像対象物を撮像して画像データを生成し、仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出し、検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成することを特徴とする。

【0018】

このような画像生成方法によれば、2以上の固体撮像素子で生成した画像データを比較して相関を検出し、相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0020】

図1は、本実施の形態に係る画像生成装置を示すブロック図である。この画像生成装置1は、撮像対象物2を撮像する複数の検出カメラ3（3a、3b）と、複数の検出カメラ3で撮像した画像データが格納されるフレームメモリ4と、フレームメモリ4に格納された画像データを用いて距離画像及び濃淡画像を生成する距離画像生成部5とからなる。画像生成装置1は、検出カメラ3a、3bで撮像対象物2を撮像することにより、仮想点Aに仮想的に配設し実在しない仮想カメラ3cで撮像するべき距離画像及び濃淡画像（以下、「仮想画像」と称する。）を生成するものである。

【0021】

検出カメラ3a、3bは、例えばCCDイメージセンサ等を備え、撮像対象物

2を撮像することにより輝度情報等からなる画像（以下、「検出画像」と略す。）を生成し、当該画像データをフレームメモリ4（4a、4b）に格納する。このとき、検出カメラ3a、3bは、生成した画像データをフレーム毎にフレームメモリ4a、4bに格納する。

【0022】

検出カメラ3a、3bは、図1中の仮想点Aとは異なる位置に複数台配設されている。本例では、検出カメラ3を検出カメラ3a、検出カメラ3bとしてそれぞれ異なる位置に配設している。なお、これらの検出カメラ3a、3bが配設される位置、台数はこれに限定されず任意に設定可能である。

【0023】

フレームメモリ4は、検出カメラ3a、3bからの画像データをそれぞれフレームメモリ4a、4bに格納し、距離画像生成部5に出力する。

【0024】

距離画像生成部5は、フレームメモリ4からの画像データを処理することにより、仮想カメラ3cで生成される仮想画像を生成する。

【0025】

この距離画像生成部5で、検出カメラ3a、3bで生成された画像データを用いて、仮想画像を生成するときの一例について説明する。

【0026】

距離画像生成部5で仮想画像を生成する前提として、距離画像生成部5は、検出カメラ3a、3b及び仮想カメラ3cを位置決めして、検出画像上にエピポーララインを決定し、仮想画像の座標と検出画像との対応関係を予め求めておき、例えば距離画像生成部5のルックアップテーブルに格納する処理を行う。

【0027】

このエピポーララインは、仮想カメラ3c及び検出カメラ3a、3bの光学中心（光軸）と仮想カメラ3cの観察点 n_b によって決まる平面と、検出カメラ3a、3bの画像面が交わる直線である。ここで、仮想画像の各座標に対応した各検出画像上のエピポーララインを求める一例について説明する。例えば図3に示すように、3次元空間に置かれた平面上の点Pが仮想カメラ3cの仮想画像で点

n_b に観察され、検出カメラ3の検出画像で点 n_d に観察されたとする。このような関係にある場合、検出画像の点 n_d は、点 n_b から点 n_d へ変換を行う 3×3 の射影変換行列を H とすると、

$$n_d = H \cdot n_b$$

と表現される。そして、この距離画像生成部5は、この射影変換行列 H を用いて検出画像に対して所定の射影変換を施し、検出画像と仮想画像間の輝度の誤差が最小となるように射影変換行列 H を算出する。射影変換行列 H を求めることにより、距離画像生成部5は、仮想画像の任意の点に対応する対応点を検出画像上から検索することが可能となる。なお、本例では、変換後の検出画像と仮想画像とが正確に一致する射影変換行列 H を求める方法（画像合わせ込み方法）としては、Levenberg-Marquardt最小法（L-M法）を用いている。この距離画像生成部5は、このような手法を用いて射影変換行列 H を求め、当該射影変換行列 H を用いてエピポーララインを求める。

【0028】

すなわち、この距離画像生成部5は、射影変換行列 H が決まると、図4に示すように、基準位置からの距離 Z_0 における仮想画像上の点 n_b に対応する検出画像上の点 n_{d0} が決定できる。ここで、仮想画像上の点 n_b は任意であるので、距離画像生成部5は、仮想画像上の全ての点 n_b に対応する対応点を検出画像上の点 n_d として算出することができる。距離画像生成部5は、同様にして、観察する平面を距離 Z_1 に、距離 Z_0 の位置に置かれていた平面と平行となるように置いた場合の射影変換行列 H を求める。

【0029】

そして、距離画像生成部5は、距離 Z_0 及び距離 Z_1 に対応した射影変換行列 H により、仮想画像上の点 n_b が距離 Z_0 又は距離 Z_1 にある場合には、検出画像上の点 n_{d0} 又は点 n_{d1} にそれぞれ射影されることを算出する。このように距離画像生成部5は、検出画像上の点 n_{d0} と点 n_{d1} との2点を結んだ点をエピポーララインとして算出し、射影変換行列 H を用いて仮想カメラ3cで生成した仮想画像の距離情報を得る。

【0030】

つぎに、仮想画像上の点 n_b と検出画像上の点 n_d とから距離 Z を求める他の例について説明する。距離画像生成部 5 は、算出したエピポーラライン上において図 5 及び図 6 に示すキャリブレーションを行うことにより、仮想画像上の点 n_d と、検出画像上の点 n_b との関係性を求め、例えばルックアップテーブルに格納する。このキャリブレーションは、例えば図 5 に示すように検出画像のエピポーラライン上における点 n_{d1} と光学中心とを結ぶ視線と、仮想画像上の点 n_b と仮想カメラの光学中心とを結ぶ視線との交わる点が仮想カメラから撮像対象物までの距離 Z_1 に対応することを用いて行い、距離 Z_1 を距離番号「1」とする。また、検出画像のエピポーラライン上における点 n_{d2} と光学中心とを結ぶ視線と、仮想画像上の点 n_b と仮想カメラの光学中心とを結ぶ視線との交わる点が仮想カメラから撮像対象物までの距離 Z_2 に対応する。このとき、距離 Z_2 を距離番号「2」とする。このように、距離画像生成部 5 がキャリブレーションを行うことにより、検出画像の点 $n_{d1} \sim n_{d6}$ まで順次検出画像のエピポーラライン上における点 $n_{d1} \sim n_{d6}$ と光学中心とを結ぶ視線と、仮想画像上の点 n_b と仮想カメラの光学中心とを結ぶ視線との交わる点に対応する距離 $Z_1 \sim Z_6$ を距離番号 1 ～ 6 として検出する。そして、距離画像生成部 5 は、仮想画像上の点 n_b と検出画像上の点 n_d との関係から、仮想画像上の点 n_b が撮像すべき画像の距離番号 1 ～ 6 を得ることができる。

【0031】

すなわち、この距離画像生成部 5 は、光学中心（光軸）から仮想画像上の点 n_b に対応する検出画像上の点 n_d をエピポーラライン上で順次キャリブレーションすることにより、エピポーラライン上で対応点 $n_{d1} \sim n_{d6}$ を決定することにより距離 $Z_1 \sim Z_6$ を決定し、対応点 $n_{d1} \sim n_{d6}$ と距離番号 1 ～ 6 との対応付けを行い、点 n_d と、検出画像上の点 n_b との関係性を求め、ルックアップテーブルを作成する。

【0032】

図 2 に示したフローチャートによれば、まず、ステップ ST 1 において距離画像生成部 5 は、検出カメラ 3 a、3 b で生成した画像データ上の画素の座標 i を

初期化することで $i = 0$ とする。

【0033】

次に、ステップST2において距離画像生成部5は、キャリブレーションを行ったときの距離方向の分解能に応じた距離番号 j を初期化することで $j = 0$ としてステップST3及びステップST4に進む。

【0034】

ステップST3において距離画像生成部5は、図6に示すように、仮想カメラ3cが撮像すべき画像上の座標 i に対応する検出画像のエピポーラライン上の距離番号 j での画素 $n_{da}(i, j)$ を導出する。すなわち、距離画像生成部5は、ステップST1で仮想カメラ3cが撮像すべき仮想画像上の座標 i が決定すると、上述の処理により決定された検出カメラ3aのエピポーラライン上の画素 $n_{da}(i, j)$ をルックアップテーブルから検出してステップST5に進む。なお、決定された検出画像の画素 $n_{da}(i, j)$ の位置は、整数値のみならず、サブピクセルで表現しても良い。

【0035】

ステップST5において距離画像生成部5は、上述のステップST3で決定した距離番号 j における画素 $n_{da}(i, j)$ の近傍を当該画素 $n_{da}(i, j)$ を中心に小領域WA(i, j)として切り出す。

【0036】

一方、距離画像生成部5は、ステップST4において上述のステップST3で説明した処理を検出カメラ3bについても行う。すなわち、この距離画像生成部5は、仮想カメラ3cが撮像すべき画像上の座標 i に対応する検出カメラ3bが撮像した検出画像上のエピポーラライン上の距離番号 j での画素 $n_{db}(i, j)$ をルックアップテーブルから検出してステップST6に進む。

【0037】

距離画像生成部5は、ステップST6においても、上述のステップST5と同様の処理を検出カメラ3bについて行う。すなわち、距離画像生成部5は、上述のステップST4で決定した距離番号 j における画素 $n_{db}(i, j)$ の近傍を当該画素 $n_{db}(i, j)$ を中心に小領域WB(i, j)として切り出す。

【0038】

次に、ステップST7において距離画像生成部5は、上述のステップST5で切り出した小領域WA(i, j)と、ステップST6で切り出した小領域WB(i, j)とを比較することにより、相関値を計算し、評価値s(j)を得る。ここで、評価値s(j)は、距離番号jにおける相関値を示しており、例えば下式により算出される。

【0039】

【数2】

$$\sum_{i,j} |I(x+i) - I'(x'+i)| \quad \text{式 (1)}$$

【0040】

相関値は大きいほど小領域WA(i, j)と小領域WB(i, j)との類似度が高いことを示している。また、評価値s(j)は、距離画像生成部5で相関値に対応して上記式1で算出されることにより、相関値が大きいほど評価値は小さい値を有する。すなわち、この距離画像生成部5は、検出カメラ3aにより生成した検出画像の小領域WA(i, j)と、検出カメラ3bにより生成した検出画像の小領域WB(i, j)との輝度パターンを比較することで類似度を評価値s(j)として生成する。

【0041】

次に、ステップST8において距離画像生成部5は、距離番号jを認識することにより全距離番号について評価値s(j)を算出したか否かを判断し、全距離番号jについて処理をしたときにはステップST10に進む。一方、全距離番号jについて処理をしていないときにはステップST9に進み、距離番号jをインクリメントして再びステップST3及びステップST4に進む。すなわち、距離画像生成部5は、仮想カメラ3cの仮想画像の画素の座標iに対して全距離番号jについて上述のステップST3～ステップST7で説明した処理を行う。

【0042】

次に、ステップST10において距離画像生成部5は、仮想画像の座標iに対

する全距離番号 j についての各評価値 $s(j)$ のうち、最小の値を有する評価値 $s(j_{\min})$ を選択する。例えば図7に示すように距離番号1～6に対応する評価値 $s(j)$ を距離画像生成部5で得たとき、距離番号が「3」が最小の値を有する評価値 $s(j_{\min})$ となる。このとき、距離画像生成部5は、ステップST7で得た各評価値 $s(j)$ 間を補間して最小の評価値 $s(j_{\min})$ を求めても良い。距離画像生成部5は、補間して最小の評価値 $s(j_{\min})$ を得るときには距離番号 nd_m が「3.3」を最小の評価値 $s(j_{\min})$ として得る。従って、この距離画像生成部5は、補間して評価値 $s(j_{\min})$ を得ることにより評価値の精度を高くすることができる。

【0043】

次に、ステップST11において距離画像生成部5は、上述のステップST10において得た最小の値を有する評価値 $s(j_{\min})$ が示す距離番号 j に対応する距離 Z を仮想カメラ3cで撮像した距離画像の座標 i の距離情報として記憶する。

【0044】

次に、ステップST12において距離画像生成部5は、上述のステップST10において得た最小の値を有する評価値 $s(j_{\min})$ が示す距離番号 j に対応する小領域 $WA(i, j)$ 及び小領域 $WB(i, j)$ における輝度情報を仮想画像の座標 i における輝度情報として記憶する。

【0045】

次に、ステップST13において距離画像生成部5は、上述のステップST3～ステップST12までの処理を仮想カメラ3c上の各座標 i について行うことで、仮想画像の全ての座標 i について距離情報及び輝度情報を求める処理がなされたかを判断する。そして、距離画像生成部5は、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報が求められたと判断したときには処理を終了し、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報が求められていないと判断したときには座標 i の値をステップST14でインクリメントしてステップST2に戻り、インクリメントした座標 $i+1$ についてステップST2～ステップST12までの処理を行い、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報を求めるまで繰り返す。

【0046】

このような距離画像生成部5を備えた画像生成装置1は、仮想カメラ3cで生成すべき仮想画像について、仮想位置にカメラを配置しないで、検出カメラ3a、3bのみで本来カメラが配される仮想点Aから撮像対象物2までの距離を示す距離画像及び仮想点Aから撮像対象物2を撮像したときの濃淡画像を生成することができる。したがって、この画像生成装置1によれば、仮想カメラ3cのみでは電子的に画像として生成することができない、各画素についての距離情報を有してなる距離画像を生成することができる。

【0047】

また、画像生成装置1によれば、従来のように仮想的な位置に配された仮想カメラからの距離画像及び濃淡画像を生成するときに、仮想カメラからの位置に実際にカメラを位置させてキャリブレーションを行うことにより、撮像対象物の三次元空間の座標系に展開するという煩雑な処理を行う必要がなく仮想カメラで生成すべき距離画像及び濃淡画像を生成することができる。

【0048】

更に、この画像生成装置1によれば、例えばユーザの正面に画像を表示するスクリーンが存在している場合であって、ユーザの正面にカメラを配置することができない状態であっても、ユーザの周囲に複数台の検出カメラ3を配置することにより、ユーザの正面から撮像して生成すべき距離画像及び濃淡画像を生成することができる。

【0049】

つぎに、距離画像生成部5が検出カメラ3a、3bで生成された画像データを用いて、仮想画像を生成するときの他の一例について図8に示すフローチャートを参照して説明する。

【0050】

この距離画像生成部5は、まず、ステップST21において、キャリブレーションを行ったときの距離方向の分解能に応じた距離番号jを初期化することでj=0とする。

【0051】

次に、ステップST22において距離画像生成部5は、検出カメラ3a、3bで生成した検出画像上の各画素の座標 i を初期化することで $i=0$ としてステップST23及びステップST24に進む。

【0052】

ステップST23において距離画像生成部5は、上述のステップST3と同様に仮想カメラ3cが撮像すべき仮想画像上の座標 i に対応する検出カメラ3aが撮像した検出画像上のエピポーラライン上の距離番号 j での画素 $n_{da}(i, j)$ を導出してステップST25に進む。

【0053】

ステップST25において距離画像生成部5は、上述のステップST23において導出した画素 $n_{da}(i, j)$ の輝度値を、視差画像の画素 $D_a(i)$ として記憶する。

【0054】

一方、ステップST24において距離画像生成部5は、上述のステップST4と同様に、仮想カメラ3cが撮像すべき仮想画像上の座標 i に対応する検出画像上のエピポーラライン上の距離番号 j での画素 $n_{db}(i, j)$ を導出してステップST26に進む。

【0055】

そして、距離画像生成部5は、ステップST26において上述のステップST24において導出した画素 $n_{db}(i, j)$ の輝度値を、視差画像の画素 $D_b(i)$ として記憶する。

【0056】

このように、距離画像生成部5は、ステップST25及びステップST24で示す処理を行うことにより、仮想画像の座標 $i=0$ において各検出カメラ3a、3bの距離番号 j での視差画像の画素 $D_a(i)$ 、 $D_b(i)$ を記憶する。このとき、距離画像生成部5は、各検出画像のエピポーラライン上をキャリブレーションしたときの距離番号 j に対応する画素 $D_a(i)$ 、 $D_b(i)$ をルックアップテーブルを参照して導出する。

【0057】

次に、ステップST27において距離画像生成部5は、距離番号jにおいて仮想画像の全ての座標iについて視差画像の画素 $D_a(i)$ 、 $D_b(i)$ を記憶したか否かを判断する。そして、この距離画像生成部5は、全ての座標iについて視差画像の画素 $D_a(i)$ 、 $D_b(i)$ と記憶したと判断したらステップST29に進み、全ての座標iについて記憶していないと判断したときにはステップST28において座標iをインクリメントすることにより座標 $i+1$ として再びステップST23及びステップST24に戻る。すなわち、距離画像生成部5は、距離番号jにおける全ての座標iについて視差画像の画素 $D_a(i)$ 、 $D_b(i)$ を記憶するまでステップST23～ステップST28までの処理を繰り返す。

【0058】

ステップST29において距離画像生成部5は、上述のステップST23～ステップST28までの処理を行うことにより得た検出カメラ3aからの画素 $D_a(i)$ と検出カメラ3bからの $D_b(i)$ とを式1を用いて比較することにより各画素が評価値からなる相関値画像 $s(i, j)$ を生成する。なお、この相関値画像 $s(i, j)$ を生成する処理についての詳細は後述する。

【0059】

次に、ステップST30において距離画像生成部5は、距離番号jを認識することにより全距離番号jについて相関値画像 $s(i, j)$ を生成したか否かを判断し、全距離番号jについて処理をしたときにはステップST32に進む。一方、全距離番号jについて処理をしていないときにはステップST31に進み、距離番号jをインクリメントして距離番号 $j+1$ とし再びステップST23～ステップST31までの処理を繰り返す。

【0060】

ステップST32では、検出カメラ3a、3bで生成した仮想画像上の各画素の座標iを初期化することで座標 $i=0$ とする。

【0061】

次に、ステップST33で距離画像生成部5は、上述の処理により得た各距離番号j毎の評価値 $s(j)$ が最小となる値を検索し、最小の評価値を有する画素

$s(j_{\min})$ に対応する距離番号 j_{\min} を導出する。

【0062】

次に、ステップ ST34 において距離画像生成部 5 は、上述のステップ ST33 において得た最小の評価値 $s(j_{\min})$ が示す距離番号 j_{\min} に対応する距離 Z を仮想カメラ 3c で撮像する距離画像の座標 i の距離情報として記憶する。

【0063】

次に、ステップ ST35 において距離画像生成部 5 は、上述のステップ ST33 において得た最小の評価値 $s(j_{\min})$ が示す距離番号 j_{\min} に対応する画素の輝度情報を仮想画像の位置 i における輝度情報として記憶する。

【0064】

次に、ステップ ST36 において距離画像生成部 5 は、上述のステップ ST33～ステップ ST35 までの処理が仮想カメラ 3c 上の画素の各位置 i について行うことで、仮想画像の全ての座標 i について距離情報及び輝度情報を求める処理がなされたか否かを判断する。そして、距離画像生成部 5 は、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報が求められたと判断したときには処理を終了し、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報が求められていないと判断したときには座標 i をステップ ST27 でインクリメントしてステップ ST33 に戻り、インクリメントした座標 $i+1$ についてステップ ST33～ステップ ST36 までの処理を行い、全ての座標 i について距離情報及び輝度情報を求めるまでステップ ST33～ステップ ST37 の処理を繰り返す。

【0065】

つぎに、上述のステップ ST29 で視差画像 D_a と視差画像 D_b とから相関値画像 $s(i, j)$ を生成する一例について図 9 を参照して説明する。

【0066】

相関値画像を生成するときには、まず、ステップ ST41 において距離画像生成部 5 は、仮想画像の画像の座標 i を「0」に初期化する。

【0067】

次に、ステップ ST42 において距離画像生成部 5 は、視差画像 $D_a(i)$ の近傍の小領域と、視差画像 $D_b(i)$ の近傍の小領域との輝度パターンを比較す

ることにより、小領域毎に評価値 $s(j)$ を計算する。この結果、各画素の情報としては、距離番号 j に対応した評価値 $s(j)$ が存在することになる。このとき、距離画像生成部 5 は、上述の式 1 を用いて評価値 $s(j)$ を計算しても良い。また、この距離画像生成部 5 は、各距離番号 j 毎の各評価値 $s(j)$ を補間して最小の評価値 $s(j_{\min})$ を求めても良い。このように、距離画像生成部 5 は、補間して最小の評価値 $s(j_{\min})$ を求めることにより、評価値 $s(j)$ の精度をより高くすることができる。

【0068】

次に、ステップ ST 4 3 において距離画像生成部 5 は、上述のステップ ST 4 2 で計算して得た評価値を相関値画像 $s(i, j)$ の画素として記憶する。

【0069】

次に、ステップ ST 4 4 において距離画像生成部 5 は、画面全体について相関値画像 $s(i, j)$ の画素を生成したか否かを判断し、仮想画像の座標 i より全ての画素について相関値画像 $s(i, j)$ の画素として記憶したら処理を終了し、座標 i より全ての画素について相関値画像 $s(i, j)$ の画素として記憶していないと判断したときには座標 i をインクリメントして座標 $i+1$ として再びステップ ST 4 2 ～ステップ ST 4 3 の処理を行い、結果的に全ての座標 i について相関値画像 $s(i, j)$ の画素を記憶するまで繰り返すこととなる。

【0070】

このように、画像生成装置 1 は、仮想カメラ 3 c で生成すべき仮想画像について、仮想位置にカメラを配置しないで、検出カメラ 3 a、3 b のみで本来カメラが配される位置から撮像対象物 2 までの距離を示す距離画像及び仮想カメラ 3 c から撮像対象物 2 を撮像したときの濃淡画像を生成することができる。

【0071】

更に、この画像生成装置 1 は、視差画像 $D a(i)$ の近傍の小領域と、視差画像 $D b(i)$ の近傍の小領域との輝度パターンを比較することにより、小領域毎に評価値 $s(j)$ を計算して仮想画像の座標を順次インクリメントしながら計算することにより、各距離番号毎の相関値画像 $s(i, j)$ を生成して最小の評価値 $s(j_{\min})$ を選択して距離情報からなる距離画像及び輝度情報からなる濃淡

画像を生成するので、上述の図2で示した処理よりも計算量を減らすことができる。

【0072】

なお、上述のフローチャートを参照して説明した距離画像生成部5の処理においては、仮想画像の全体の座標*i*について距離情報及び輝度情報を求める一例について説明したが、仮想画像の一部の座標*i*について距離情報及び輝度情報を求めても良い。

【0073】

また、上述のフローチャートを参照して説明した距離画像生成部5の処理の前提として行うキャリブレーション時に、例えば撮像対象物にパターン光を投光することにより、撮像対象物にテクスチャを貼り付けても良い。このように画像生成装置1は、キャリブレーション時に撮像対象物にテクスチャを貼り付けることにより、キャリブレーションの精度を向上させることができ、距離画像の精度を向上させることができる。

【0074】

更に、この画像生成装置1は、例えば赤外線領域のパターン光を撮像対象物に投光し、仮想カメラ3cを配する位置に配され赤外線遮断フィルタを備えたカメラと、その周囲に位置する検出カメラ3とから構成しても良い。このとき、キャリブレーションを行ったカメラを仮想カメラとしてそのまま用いることとなる。これにより、この画像生成装置1は、周囲の検出カメラにより赤外線領域のパターン光を受像して距離画像を生成し、仮想カメラ3cを配する位置に配されたカメラで濃淡画像を生成する。このとき、仮想カメラ3cを配する位置に配されたカメラで生成した画像を用いて距離画像を生成しないで濃淡画像を生成する。

【0075】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係る画像生成装置は、仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出する相関検出手段と、相関検出手段

により検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する距離画像生成手段とを備えるので、2以上の撮像手段で生成した画像データを用いて、相関検出手段で各撮像手段で生成した画像データを比較して相関関係を検出するので、仮想位置にカメラを配置しないで、仮想位置から撮像対象物までの距離を示す距離画像及び仮想位置から撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を生成することができる。

【0076】

また、本発明に係る画像生成方法は、仮想位置と撮像対象物とを結ぶ視線と、各撮像手段の位置と撮像対象物とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、上記各撮像手段により生成された各画像データ同士を比較して相関を検出するので、仮想位置にカメラを配置しないで、仮想位置から撮像対象物までの距離を示す距離画像及び仮想位置から撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を検出された相関関係に基づいて生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る画像生成装置を示すブロック図である。

【図2】

本発明に係る距離画像生成部で距離画像及び濃淡画像を生成するときの処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】

検出カメラの画像が射影投影され、仮想カメラの画像と重ね合わされた状態を示す図である。

【図4】

撮像対象物が距離 Z_0 と距離 Z_1 に存在する場合に検出カメラの画像面に観察される観察点 n_{d0} と n_{d1} とを示す図である。

【図5】

本発明に係る距離画像生成部で距離画像及び濃淡画像を生成するときの前提として行うキャリブレーションの一例を説明するための図である。

【図 6】

2 台の検出カメラを用いてキャリブレーションを行うときの一例を説明するための図である。

【図 7】

評価値と距離番号との関係を示す図である。

【図 8】

本発明に係る距離画像生成部で距離画像及び濃淡画像を生成するときの処理の他の一例を示すフローチャートである。

【図 9】

本発明に係る距離画像生成部で相関値画像を生成するときの処理の一例を示すフローチャートである。

【図 10】

従来の手法で基準カメラ及び検出カメラを用いて基準カメラと撮像対象物との距離を示す距離情報を生成することを説明するための図である。

【図 11】

基準カメラの撮像点周辺の小領域をテンプレートとして検出カメラの画像のエピポーラライン上の数点で相関値を求めることを説明するための図である。

【図 12】

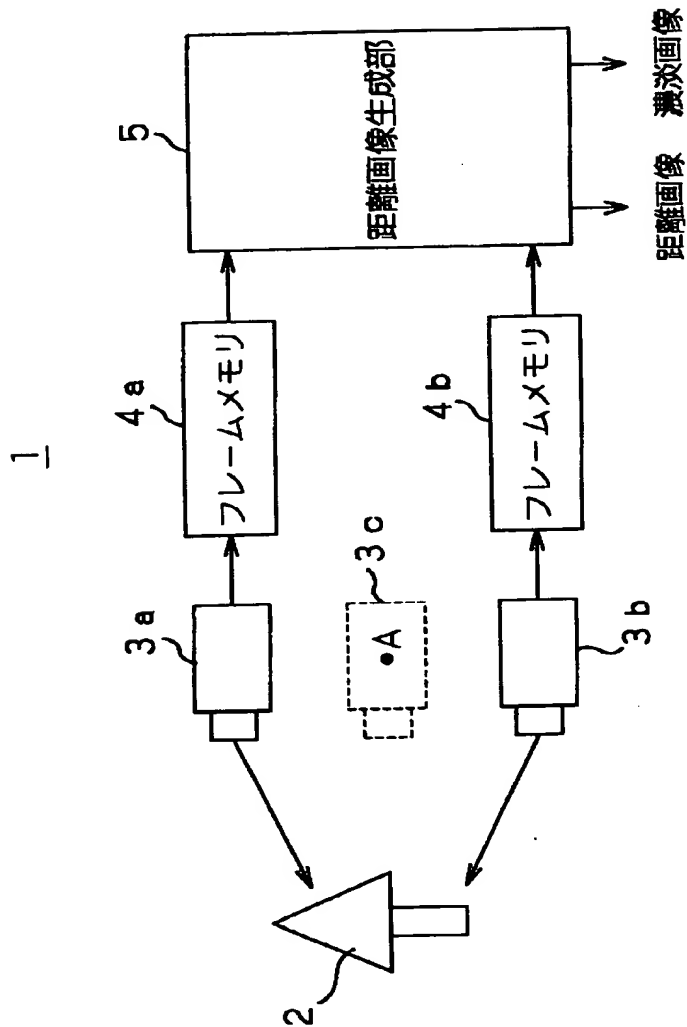
評価値とエピポーラライン上の数点での位置との関係を示す図である。

【符号の説明】

1 画像生成装置、2 撮像対象物、3 a, 3 b 検出カメラ、3 c 仮想カメラ、5 距離画像生成部

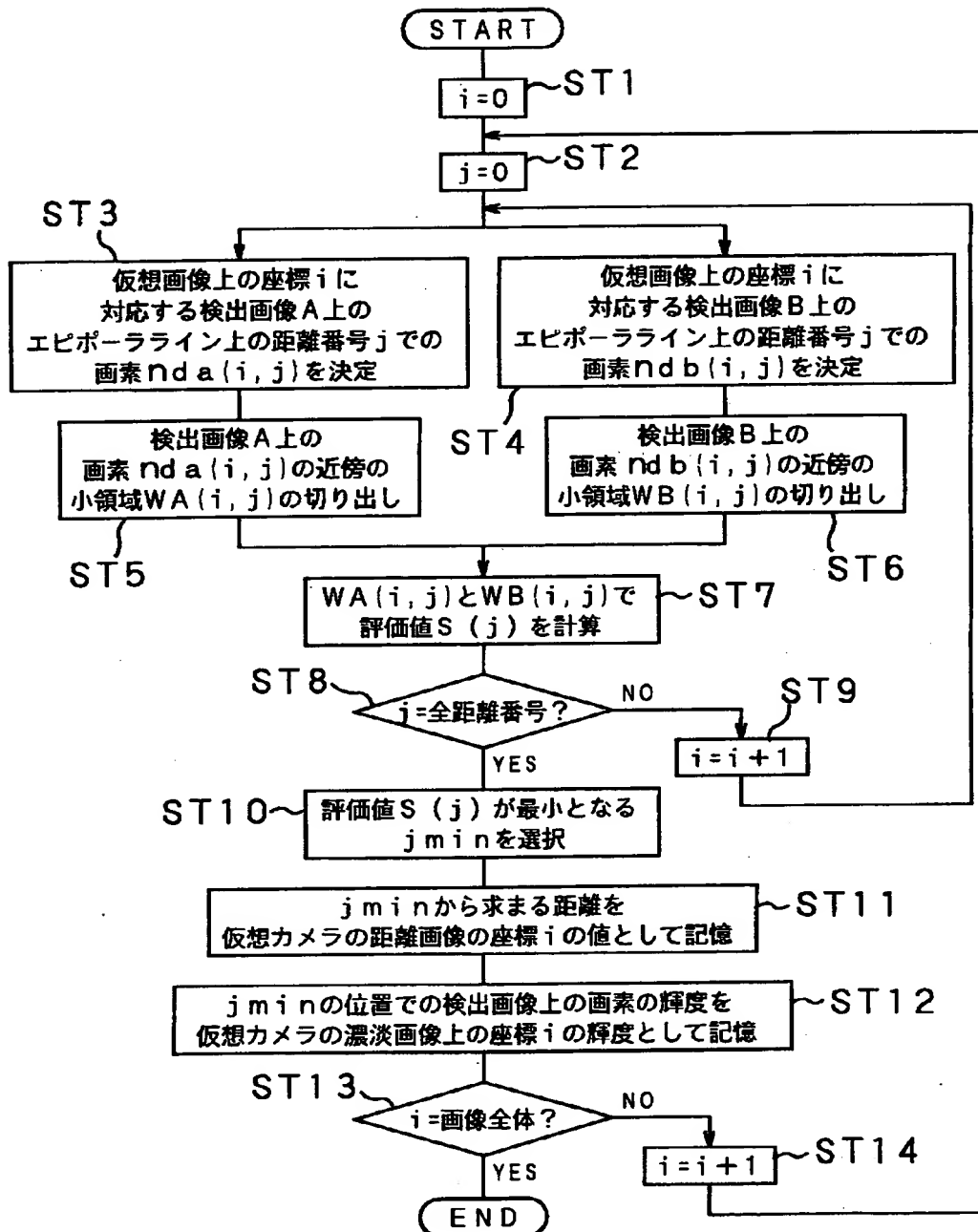
【書類名】 図面

【図 1】



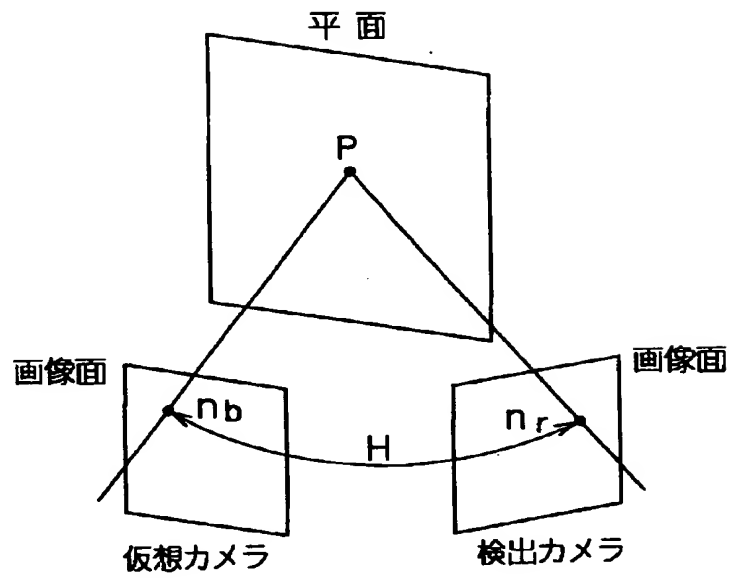
画像生成装置

【図2】

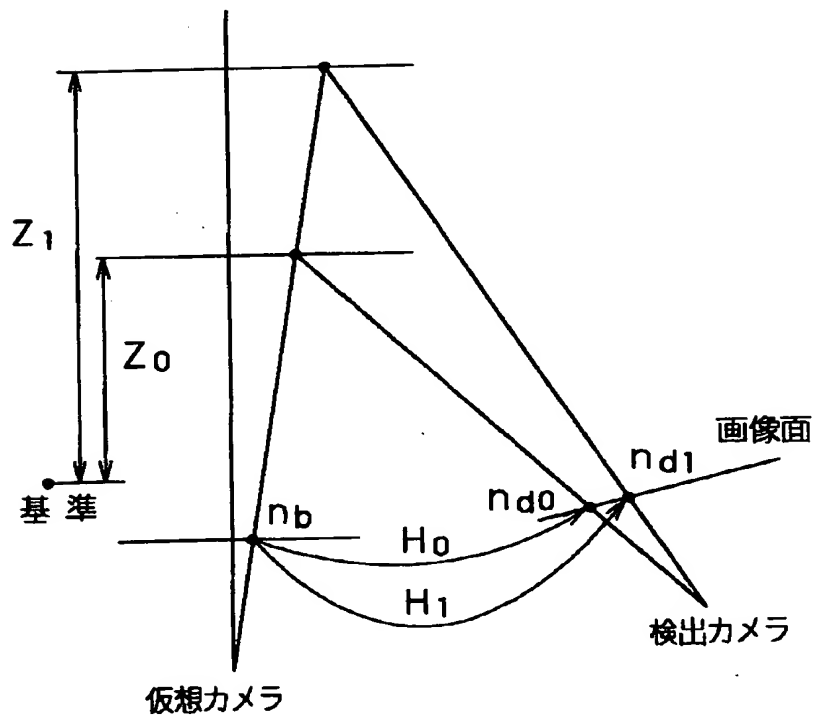


距離画像及び濃淡画像を生成するときの処理

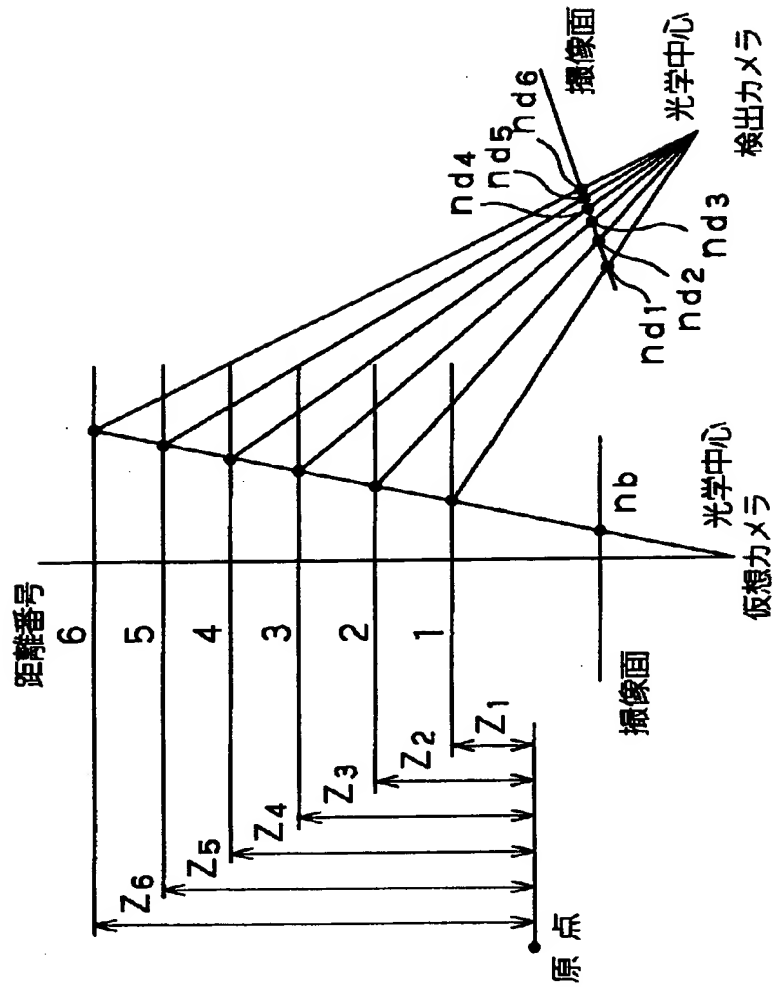
【図3】



【図4】

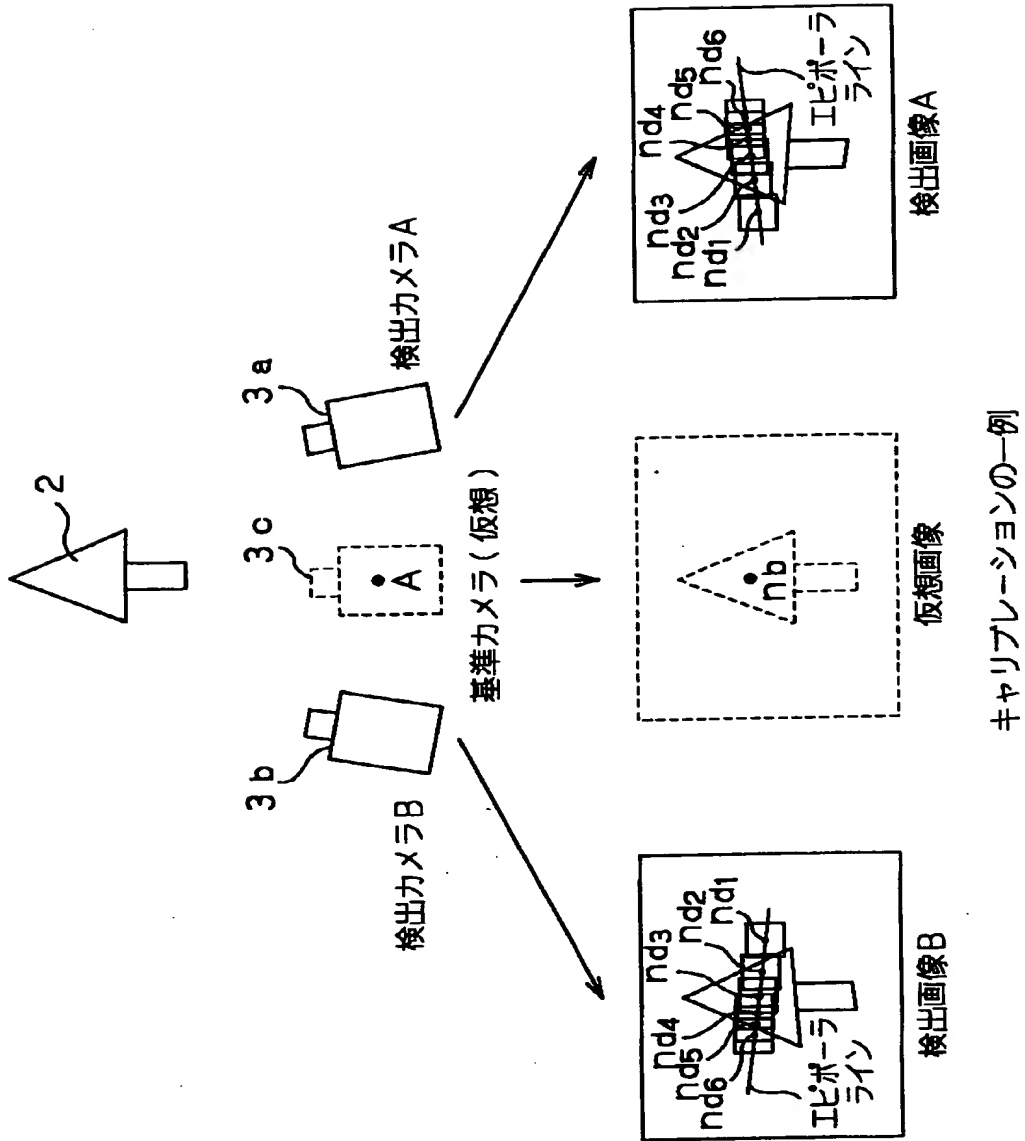


【図 5】

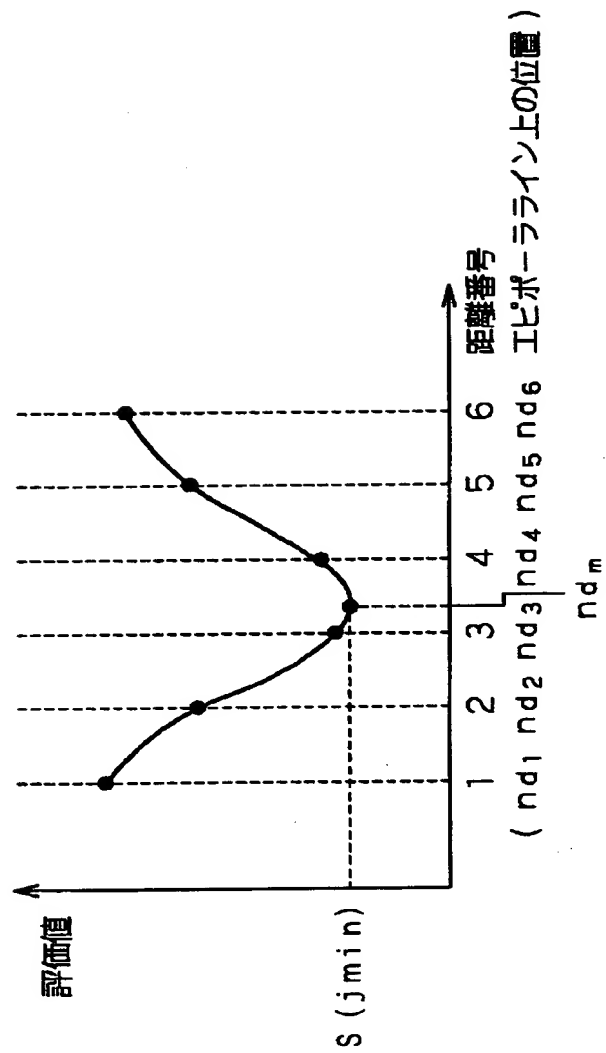


キャリブレーションの一例

【図6】

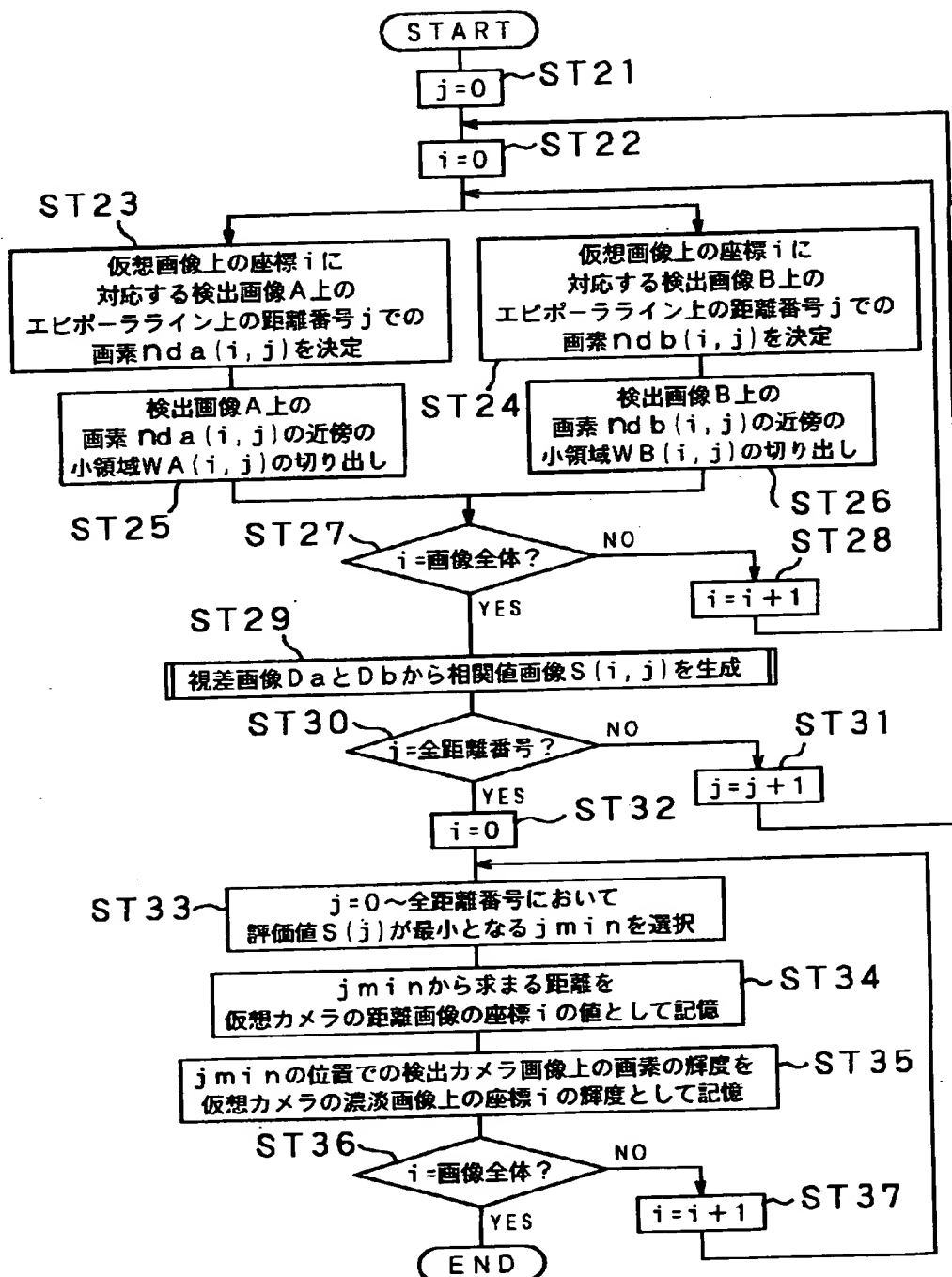


【図 7】



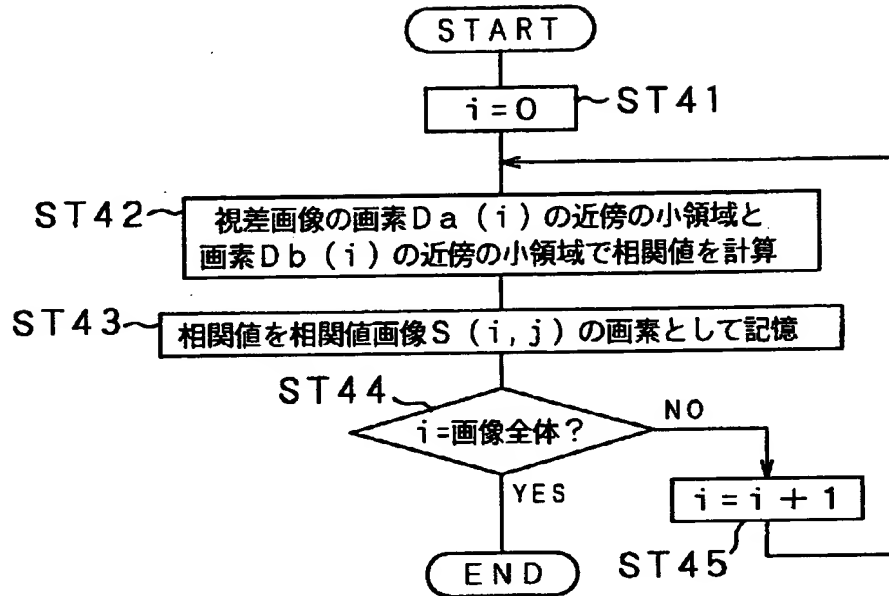
評価値と距離番号との関係

【図8】



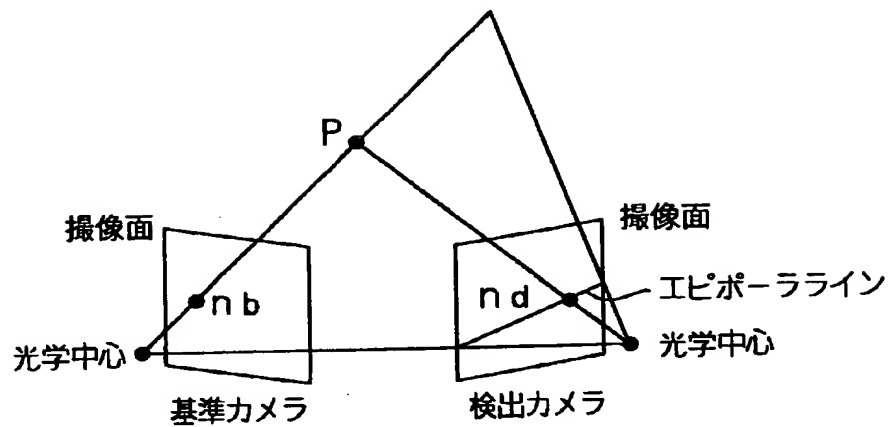
距離画像及び濃淡画像を生成するときの処理

【図 9】

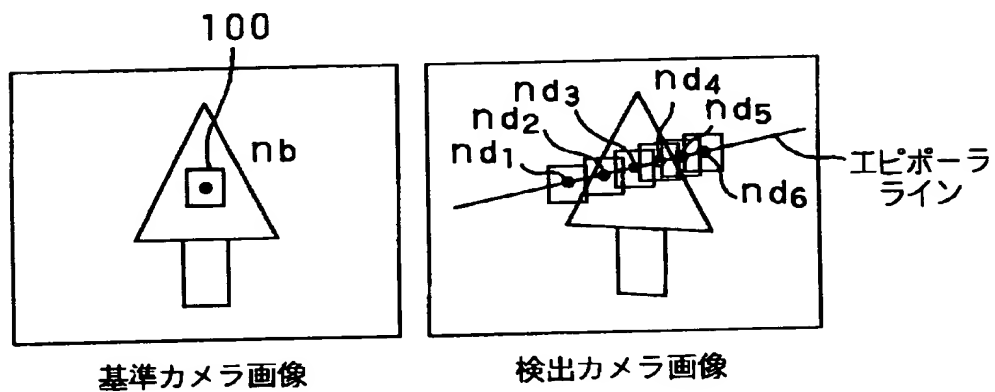


相関値画像を生成するときの処理

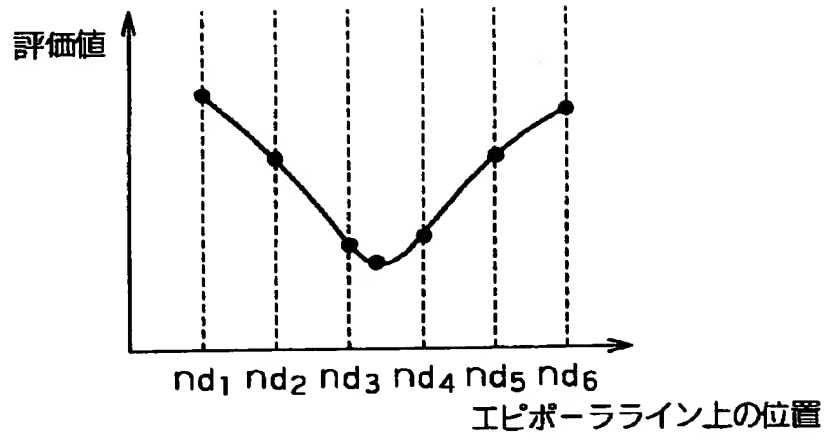
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基準カメラを用いなくて、検出カメラのみで本来基準カメラが配される位置から撮像対象物までの距離を示す距離画像及び基準カメラから撮像対象物を撮像したときの濃淡画像を生成する。

【解決手段】 撮像対象物を撮像して画像データを生成し、それぞれが異なる位置に配された2以上の撮像手段3a、3bと、仮想位置Aと撮像対象物2とを結ぶ視線と、各撮像手段3a、3bの位置と撮像対象物2とを結ぶ視線との対応点を結ぶことにより決定されるエピポーラライン上で、各撮像手段3a、3bにより生成された各画像データ同士を比較して相関を検出する相関検出手段5と、相関検出手段により検出された相関関係に基づいて仮想位置と撮像対象物との距離を示す距離画像を生成する距離画像生成手段5とを備える。

【選択図】 図1

【書類名】
【訂正書類】

職権訂正データ
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000002185

【住所又は居所】

東京都品川区北品川6丁目7番35号

【氏名又は名称】

ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100067736

【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門2-6-4 第11森ビル 小池
国際特許事務所

【氏名又は名称】

小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】

100086335

【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門2丁目6番4号 第11森ビル
小池国際特許事務所

【氏名又は名称】

田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】

100096677

【住所又は居所】

東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル
小池国際特許事務所

【氏名又は名称】

伊賀 誠司

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)